

Рис. 2. Диаграмма направленности акустического излучения вентилятора

Описанный подход используется при оценке шума узлов лопаточных машин (вентиляторы, компрессоры низкого давления, турбины низкого давления), разрабатываемых ПАО «ОДК-Сатурн» в рамках кооперации с другими предприятиями ОДК по созданию перспективных авиационных двигателей гражданского назначения.

УДК 534.843.12

К ВОПРОСУ ИСКЛЮЧЕНИЯ ИНТЕНСИВНЫХ РЕЗОНАНСНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ЗВУКОВЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С СОБСТВЕННЫМИ АКУСТИЧЕСКИМИ МОДАМИ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕМОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

© 2018 М.И. Фесина, И.В. Дерябин, Л.Н. Горина

Тольяттинский государственный университет

ABOUT THE ELIMINATION OF INTENSIVE RESONANCE INTERACTION OF SOUND RADIATION OF TECHNICAL UNITS WITH ACOUSTIC EIGENMODES OF AIR SPACES OF TECHNICAL ROOMS

Fesina M.I., Deryabin I.V., Gorina L.N. (Togliatti State University, Togliatti, Russian Federation)

Offered technical methods let eliminate the development of intensive air cavity resonance of sound radiations with proximate values of acoustic vibration frequencies f_{ms} and f_{mA} , and sound wavelengths λ_{ms} and λ_{mA} .

Находящиеся в технических помещениях шумогенерирующее производственно-технологическое оборудование и энергетические установки (насосные и компрессорные станции, двигатели внутреннего сгорания, дизель-генераторные установки, силовые электротрансформаторы, электродвигатели, системы вентиляции и кондиционирования воздуха), как правило, функционируют на заданных стационарных скоростных (номинальных) режимах работы n_s . В их широкополосных спектрах звуковых излучений выделяются выраженные

доминирующие дискретные составляющие, сосредоточенные преимущественно в низкочастотной области $f_{ms} = 50 \dots 500$ Гц, характеризуемой соответствующими длинами звуковых волн λ_{ms} . Также, в указанной объемной воздушной полости технического помещения формируется соответствующее температурное поле, оказывающее влияние на скорость распространения c и длины λ_{ms} звуковых волн. В таких случаях, при проектировании новых или модернизации уже эксплуатируемых технических помещений,

Библиографический список

1. Коржнев В.Н., Милешин В.И., Почкин Я.С, Халецкий Ю.Д. и др. Экспериментальные исследования аэродинамических и акустических характеристик двухконтурного модельного вентилятора С180-2 с подпорными ступенями на стенде Ц-3А. Научно-технический отчет ИЦАМ, 2011.
2. Rossikhin A., Pankov S., brailko i., mileshin v. – Numerical investigation of igh bypass ratio fan tone noise, GT2014-26354, ASME Turbo Expo 2014, Dusseldorf, Germany, June 16-20, 2014.
3. Rossikhin A., Pankov S. – Numerical investigation of the first booster stage tone noise of a high bypass ratio turbofan, GT2016-57352, ASME Turbo Expo 2016, Seoul, South Korea, June 13-17, 2016.

чтобы избежать их резонансных взаимодействий, рекомендуется соблюдать необходимую степень рассогласования соотношений габаритных размеров A (L , B , H) трёхмерной воздушной полости технического помещения, определяющих её собственные акустические моды, характеризуемые длинами звуковых волн λ_{mA} и собственными частотами звуковых колебаний f_{mA} , с соответствующими значениями параметров λ_{ms} и f_{ms} звукового излучения шумогенерирующего технического объекта (рис. 1).

Установленная необходимая (достаточная) степень рассогласования отмеченных соотношений каждого из габаритных параметров A (L , B , H) трёхмерной воздушной полости технического помещения, образованной жёсткими звукоотражающими стенными конструкциями, и установившихся в её пространстве физических параметров звукового и температурного полей, исключая их интенсивные низкочастотные модальные взаимодействия со звуковым излу-

чением шумогенерирующего технического объекта, может быть определена согласно приведённого неравенства:

$$\frac{A}{n_{vs} \frac{1}{2} \lambda_{ms} K_t} \neq 0,95 \dots 1,05,$$

где A – один из габаритных параметров (L , B , H), характеризующих линейные размеры внутренней трёхмерной воздушной полости технического помещения, м;

λ_{ms} – длина низкочастотной звуковой волны доминирующей функциональной частоты f_{ms} , выделяющейся в спектре звукового излучения шумогенерирующего технического объекта, на заданном установившемся скоростном эксплуатационном режиме его работы n_s , м;

n_{vs} – целое число натурального ряда полудлин звуковых волн $\frac{1}{2} \lambda_{ms}$ доминирующих функциональных частот f_{ms} ;

K_t – температурный коэффициент коррекции скорости звука c и длин звуковых волн λ_{ms} доминирующих функциональных частот f_{ms} ;

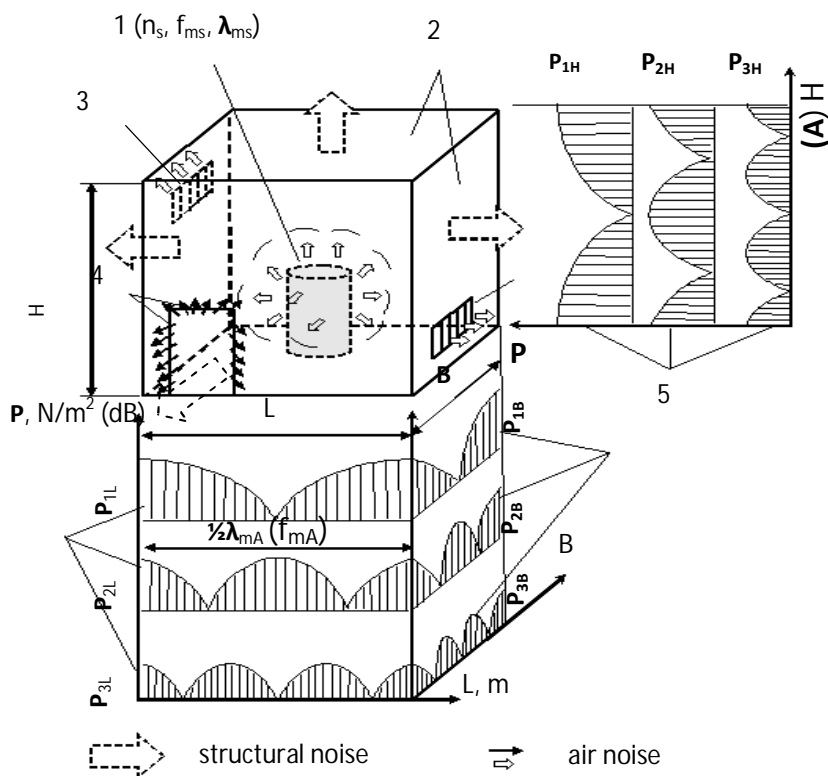


Рис. 1 Схематическая акустическая модель технического помещения с установленным шумогенерирующим объектом:

1 – шумогенерирующий технический объект; 2 – жёсткие звукоотражающие стенные (потолочные) конструкции технического помещения; 3 – вентиляционные проёмы; 4 – дверной проём; 5 – эпюры звуковых давлений (P_1 , P_2 , P_3) на первых трёх низших собственных акустических модах трёхмерной воздушной полости технического помещения в пространственных направлениях её линейных габаритов L , B , H .

Предложенное к реализации техническое решение позволяет исключить развитие интенсивных воздушных полостных низкочастотных акустических резонансов технических помещений. Это относится как к внутреннему воздушному пространству технического помещения, так и передаваемой из него звуковой энергии в окружающее пространство через открытые вентиляционные проемы 3, или в смежные помещения строи-

тельного сооружения через разделительные стеновые (потолочные) конструкции 2 и дверной проём 4. Подразумеваются, при этом, возможности изменения не только соответствующих габаритных размеров A (L , B , H) воздушной полости технического помещения (физических параметров f_{mA} , λ_{mA} , K_I), но и технических и физических параметров шумогенерирующего объекта и формируемого им звукового поля (n_s , f_{ms} , λ_{ms} , K_I).

УДК 534.843.12

ОТДЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГЕНЕРИРОВАНИЯ БИЕНИЙ ЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ В ЗАМКНУТЫХ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЁМАХ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

© 2018 М.И. Фесина, И.В. Дерябин, Л.Н. Горина

Тольяттинский государственный университет

SOME RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCHES FOR PHYSICAL PROCESSES OF PRODUCING ACOUSTIC VIBRATION BEATS IN ENCLOSED AIR VOLUMES OF TECHNICAL ROOMS

Fesina M.I., Deryabin I.V., Gorina L.N. (Togliatti State University, Togliatti, Russian Federation)

The results of experimental studies of the generation of the physical process of beating of sound oscillations are presented. The general regularities and distinctive features of the process of propagation of beats of sound oscillations in a free and diffuse field of closed air volumes of various types of technical rooms are determined.

Внутри ограниченных воздушных объёмов, образованных стеновыми конструкциями технических помещений, смонтированными внутри них шумогенерирующими техническими объектами, как впрочем и в кабинах (пассажирских отделениях) наземных транспортных средств, могут возбуждаться не только интенсивные акустические резонансы, но и пульсирующие «околорезонансные» изменения уровней звукового давления (УЗД), в виде физического процесса биений звуковых колебаний. Они являются весьма раздражающими акустическими дефектами, требующими кардинального ослабления или их полного устранения. Исследуемая в работе категория технических помещений подразумевала их широкую функционально-конструктивную гамму разнообразий, отличий их габаритных размеров и конструктивных особенностей исполнения стеновых перегородок, а также смонтированных в них разнообразных шумогенерирующих агрегатов и систем, оказывающих

влияние на физические процессы формирования резонансного и «околорезонансного» звукового поля в пространствах воздушных объёмов технических помещений. В качестве объектов экспериментальных исследований технических помещений рассматривались измерительные акустические камеры (безэховая, реверберационная), а также типичные технические помещения, представленные в виде прямоугольных параллелепипедов, сформированных жёсткими звукоотражающими стеновыми конструкциями, в воздушном объёме которых находится эксплуатируемый шумогенерирующий технический объект (компрессорная, электротрансформаторная, дизель-генераторная подстанции). В качестве примера на рис. 1 приведены результаты экспериментальных исследований физического процесса биений звуковых колебаний, зарегистрированного в типичном техническом помещении, образованном жёсткими звукоотражающими стеновыми конструкциями.